

## Tentamen i fysik för C och D – Termodynamik – 2012-12-20 kl 14-19

Hjälpmedel: TeFyMa eller motsvarande tabell, institutionens formelblad (delas ut på tentan) samt godkänd miniräknare.

Instruktioner: Varje uppgift ger max 4 poäng efter helhetsbedömning. Logiskt uppställda, renskrivna och väl motiverade lösningar med tydligt motiverade svar krävs.


**Varje uppgift ska lösas på ett separat papper, baksidorna får inte användas.**

Lösningar och tentamensresultat kommer på hemsidan.

Gör ett antagande om svar på föregående deluppgift om du inte löst den och om svaret behövs för att lösa nästa.

1. En villa har direktverkande el för uppvärmning. Ägaren funderar på att installera en luft-till-luft värmepump. En sådan värmepump tar energi från utomhusluften och avger energi till inomhusluften.
  - a) Vid utomhustemperatur  $5\text{ }^{\circ}\text{C}$  och inomhustemperatur  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  är villans värmebehov  $3,0\text{ kW}$  och värmepumpen har värmefaktorn  $3,0$ . Beräkna värmepumpens effektförbrukning!
  - b) Antag att värmepumpen är igång 8 månader per år vid givna temperaturer. Vad blir då den årliga besparingen om elpriset är  $1\text{ kr/kWh}$ ?
  - c) Rita ett pV-diagram över Carnotcykeln för en värmepump! Markera cykelns riktning och insidan av huset i diagrammet!
  
- 2a) Ett snötäcke är  $10\text{ cm}$  tjockt och har temperaturen  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  när det börja töa. En lätt vind med temperatur  $2\text{ }^{\circ}\text{C}$  ger ett värmeövergångstal på  $10\text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ . Snöns smältvärme är  $333\text{ kJ/kg}$  och  $10\text{ cm}$  snö blir i smält form  $1,0\text{ cm}$  vatten. Försumma värmeutbyte med marken och strålning. Efter hur lång tid är snön borta?
  
- 2b) Vilken temperatur ska en svart kropp ha för att strålningsintensiteten ska vara maximal vid våglängden  $900\text{ nm}$ ? Vad blir då den utstrålade effekten från en kropp med area  $1,0\text{ cm}^2$ ?
  
- 3a) Luften i en varmluftsballong har temperaturen  $75\text{ }^{\circ}\text{C}$  och uteluften har temperaturen  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Vilken volym måste ballongen ha för att totalt lyfta  $200\text{ kg}$ ?
  
- 3b) En ugn värms upp från  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  till  $225\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Ugnen har volym  $50\text{ l}$  och trycket i ugnen är konstant och lika med  $1\text{ atm}$  under uppvärmningen. Beräkna den energi som krävs för att värma luften i ugnen (inklusive den som försvinner ut)!



4. Värmetransporten genom ett tak med area  $120 \text{ m}^2$  är  $600 \text{ W}$  vid en utetemperatur på  $8 \text{ }^\circ\text{C}$  och innetemperatur på  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ . Taket tilläggsisoleras på insidan med ett  $10 \text{ cm}$  tjockt lager minerallull (värmeledningsförmåga  $0,04 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ).
- Vad är takets termiska resistans före isoleringen?
  - Vad blir värmetransporten genom taket efter isoleringen?
  - Huset är eluppvärmt. Hur mycket minskar husets bidrag till jordens entropiökning per sekund genom isoleringen?
5. Luft med temperaturen  $30 \text{ }^\circ\text{C}$ , trycket  $1 \text{ atm}$  och  $55 \%$  relativ luftfuktighet blåser in från havet och kyls av adiabatiskt när den stiger uppför en bergssida.
- Vid vilken temperatur på luften börjar vattenånga kondensera till moln?
  - Vid vilket lufttryck börjar vattenången kondensera? (sätt  $\gamma = 1,4$ )
  - Uppskatta vid vilken höjd över havsytan det börjar bildas moln?
- 
6. En Stirlingmotor driver en elektrisk generator. Dess varma sida är i kontakt med en villapannas brännare och har temperaturen  $500 \text{ }^\circ\text{C}$ . Den kalla sidan är i kontakt med radiatorvattnet och har temperaturen  $60 \text{ }^\circ\text{C}$ . Motorns minsta och största volym är  $0,20 \text{ l}$  respektive  $1,00 \text{ l}$ . Högsta tryck är  $2,32 \text{ atm}$ . Luft är arbetsgas. Antag att Stirlingmotorn fungerar idealt.
- Skissa processen i ett pV-diagram. Markera riktning och var värme upptas/avges!
  - Vilket nettoarbete uträttar motorn under ett varv?
  - Vilken effekt utvecklar motorn om den går  $1000 \text{ varv}/\text{min}$ ?
  - Visa att Stirlingmotorn inte påverkar jordens entropi!
  - Vad blir entropiökningen per sekund om samma värmeeffekt går direkt till radiatorerna?